

*Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Азадський університет  
Каракалпакський державний університет  
Київський національний університет технологій та дизайну  
Луцький національний технічний університет  
Національна металургійна академія України  
Національний університет «Львівська політехніка»  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
Одеський національний політехнічний університет  
Сумський національний аграрний університет  
Східно-Казахстанський державний технічний  
університет ім. Д. Серікбаєва  
Технічний університет Кошице  
Українська асоціація якості  
Українська інженерно-педагогічна академія  
Університет Барода  
Університет ім. Й. Гуттенберга  
Університет «Politechnika Świętokrzyska»  
Харківський національний університет  
міського господарства ім. О. М. Бекетова  
Херсонський національний технічний університет*

## **СИСТЕМИ РОЗРОБЛЕННЯ ТА ПОСТАНОВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ НА ВИРОБНИЦТВО. ІНДУСТРІЯ 4.0. СУЧАСНИЙ НАПРЯМОК АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ОБМІНУ ДАНИМИ У ВИРОБНИЧИХ ТЕХНОЛОГІЯХ**

Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції  
(м. Суми, 22–26 травня 2017 року)



Сайт конференції: <http://srpv.sumdu.edu.ua>.

Суми  
Сумський державний університет  
2017

## ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОПИСУ ПРОЦЕСУ РЕЛАКСАЦІЙНОГО ПАРООУТВОРЕННЯ

*О.Ю. Чех, аспірант, С.О. Шарапов, асистент, СумДУ, м. Суми*

Питання про утворення парової фази при русі недогрітої до насичення рідини у соплах досі до кінця не зрозуміле. Однак, більшість дослідників прийшли до висновку, що під час руху закипаючої рідини, пароутворення відбувається не в об'ємі, а поблизу поверхні стінок або на стінках, при збереженні в центральній частині сопла рідкого метастабільного ядра. Це обумовлено початковим зародженням парової фази у пристінній області потоку і дією інерційних сил. Аналіз матеріалів експериментальних досліджень і дослідних даних, свідчить про те, що визначальний вплив на умови зародження парової фази і структуру потоку справляє температура і початковий недогрів рідини, який характеризує віддаленість початкового стану рідини на вході у канал від стану насичення:

$$(1 - \varepsilon_{s0}) = (p_0 - p_{s0}) / p_0 ,$$

де  $p_0$  - тиск на вході в канал,  $p_{s0}$  - тиск насичення.

Вплив цього комплексу, пояснюється особливостями механізму скипання метастабільної перегрітої рідини в районі мінімального перетину сопла і переважно динамічним характером росту парових бульбашок в об'ємі потоку рідини. Найбільша концентрація рідкої фази має місце у центральній області потоку, що обумовлено початковим зародженням парової фази у пристінній його частині і дією інерційних сил (рис.1).



Рисунок 1 – Об'ємний паровміст у потоці рідини, що закипає

З цієї метою було виконано моделювання процесу релаксаційного пароутворення з використанням програмного комплексу ANSYS CFX (рис.1). Отримані за допомогою математичної моделі результати фізичних процесів у соплі були підтверджені експериментом. Ця модель може бути ефективно використана при проектуванні струменевих нагнітачів різного призначення, включаючи струменеві термонасоси (пароводяні інжектори) і термокомпресори, а також для оптимізації обчислень їх геометрії.

Таким чином, актуальним є дослідження руху скипаючої рідини у соплах Лавалю, за допомогою математичної моделі, яка враховувала б як гідравлічні течії рідини у певній частині каналу, так і прогнозувала б місце виникнення парової фази з урахуванням можливої метастабільності рідини і описувала б подальше розширення пароводяної суміші. На даний момент часу це завдання у повному обсязі не вирішене.